



Centre de référence en agriculture
et agroalimentaire du Québec

Comité production porcine

Colloque sur la production porcine « *Comment faire autrement?* »

Le mardi 7 novembre 2006, Hôtel Universel Best Western, Drummondville

Un nouvel enclos porcin sans lattes pour séparer les déjections à la source et réduire les émissions

Stéphane P. LEMAY, P.Eng., Ph.D., ingénieur
Chercheur en génie agroenvironnemental

Institut de recherche et de développement en agroenvironnement (IRDA)
Deschambault

Conférence préparée avec la collaboration de :

Stéphane GOUBOUT, P.Eng., Ph.D., agronome, ingénieur, chercheur en génie
agroenvironnemental, IRDA

Renée BERGERON, Ph.D., agronome, professeure, Université Laval

Martin BELZILE, ingénieur junior, professionnel de recherche, IRDA

Francis POULIOT, ingénieur, Centre de développement du porc du Québec

Francis RONDEAU, ingénieur, Industries et Équipements Laliberté Itée

Alfred MARQUIS, Ph.D., agronome, ingénieur, professeur, Université Laval

Bernardo PREDICALA, P.Eng., Ph.D., Research Scientist-Engineering, Prairie Swine Centre Inc. (PSCI)

Claude LAGUË, P.Eng., Ph.D., ingénieur, doyen, Université d'Ottawa, Faculté de génie

Ariane VEILLETTE, étudiante, Université Laval

Note : Cette conférence a été présentée lors de l'événement et a été publiée dans le
cahier des conférences.

Pour commander le cahier des conférences, consultez [le catalogue des publications du CRAAQ](#)



Un nouvel enclos porcin sans lattes pour séparer les déjections à la source et réduire les émissions

FAITS SAILLANTS

- Un nouvel enclos porcin sans lattes a été développé; la partie normalement lattée du parc est remplacée par un convoyeur à courroie (CAC) incliné et cette conférence résume son impact sur la séparation des déjections, les performances zootechniques et le comportement animal.
- Un prototype du nouvel enclos muni du CAC a été construit et testé avec succès à l'IRDA.
- Les performances zootechniques et le bien-être des porcs en croissance utilisés dans les essais n'ont pas été compromis par le système de CAC.
- Le système de CAC permet d'isoler approximativement 80 % du phosphore dans une phase solide représentant seulement 20 % de la masse d'un lisier brut qui serait produit sous un plancher latté.
- Des essais, présentement en cours, évaluent l'efficacité du CAC à réduire les émissions d'odeur et de gaz de salles expérimentales.

INTRODUCTION

L'industrie porcine québécoise, comme celle des autres provinces canadiennes, subit des pressions pour développer et mettre en place des pratiques de production plus durables et respectueuses de l'environnement, afin d'améliorer son acceptabilité sociale. De plus, les odeurs émises par les bâtiments et la manutention du lisier continuent de soulever beaucoup d'inquiétudes au sein des communautés locales chaque fois qu'un nouveau projet est proposé.

Au cours des 20 dernières années, il n'y a pas eu de changement majeur dans la façon de gérer les déjections à l'intérieur d'un bâtiment porcin. Tout comme au début des années 1980, la gestion des déjections sous forme liquide permet de réduire les coûts en main-d'œuvre et en capital des bâtiments (Jongebreur, 1981). Mais, dans le contexte actuel, une nouvelle approche de séparation du lisier au bâtiment capable de faciliter la gestion du phosphore tout en réduisant les émissions d'odeurs et de gaz viendrait grandement contribuer au maintien et au développement de cette industrie.

Plusieurs équipes de recherche travaillent à mettre au point des systèmes d'évacuation rapide des déjections et de séparation des fèces et de l'urine directement sous les caillebotis.

Ogink *et al.* (2000) utilisent des convoyeurs à courroies installés sous les lattes avec un système de gouttière pour évacuer l'urine. Des filets mobiles sous les caillebotis ont aussi été testés par Kroodsma (1980), Marchal (2002) et van Kempen (2003). Un autre design consiste à utiliser un système de grappe où le dalot est incliné pour laisser s'écouler l'urine (Voermans et Poppel, 1993; von Bernuth, 2001).

Pour les porcs, au moment où les déjections sont produites, 94 % du phosphore se retrouve dans les fèces, alors que l'urine en contient seulement 6 % (von Bernuth, 2001). En général, les systèmes de séparation décrits ci-haut permettent d'isoler une grande partie du phosphore dans la phase solide des déjections. Marchal (2002) a étudié un système de courroies perforées sous les lattes et il a pu isoler 90 % du phosphore dans une phase solide ayant une teneur en matière sèche de 25 %. Kroodsma (1986) rapporte une efficacité de séparation du phosphore d'un même ordre de grandeur et une réduction des émissions d'odeur de 50 % comparée à une salle conventionnelle avec emmagasinage du lisier.

En se basant sur la recherche antérieure, un système d'évacuation rapide combiné à un système de séparation du solide et du liquide aurait beaucoup de potentiel pour réduire les émissions d'odeurs. Il y a plus de 10 ans, O'Neil et Phillips (1991) mentionnaient que la meilleure façon de réduire la production d'odeur à l'intérieur d'un bâtiment d'élevage consistait à évacuer les déjections le plus souvent possible. L'évacuation et la séparation des deux phases des déjections ralentissent les procédés de dégradation du lisier, ce qui réduit les émissions d'odeur de 50 % (Gilbertson *et al.*, 1987). van Kempen (2003) soutient qu'un système de séparation avec des courroies sous les lattes peut permettre une réduction des émissions d'ammoniac de 65 %.

Aarnink et Elzing (1998) ont calculé les émissions d'ammoniac pour une salle conventionnelle avec un plancher partiellement latté dans des conditions spécifiques. Selon leurs simulations, les émissions totales d'ammoniac ont atteint 6,36 g/porc/jour, dont 1,96 g/porc/jour (31 %) provenait du plancher et 4,40 g/porc/jour (69 %) étaient émis par le lisier. Fait à noter, il y a peu d'information comparant les émissions d'odeur du plancher aux émissions globales d'odeur d'une salle ou d'un bâtiment.

La conception d'un nouveau système d'élevage nécessite la considération de certains aspects relatifs au comportement des animaux, de façon à assurer leur bien-être. Les comportements agressifs ont des conséquences défavorables sur le bien-être des animaux car ils représentent une source d'efforts, de blessures et de maladies (Spolder *et al.*, 2000). Les comportements anormaux, tels que les mordillements d'oreilles et de queues, résultent très souvent d'un stress ou de l'inconfort de l'animal et peuvent être causés par différents facteurs sociaux ou environnementaux, tels que la forte densité animale, le manque d'enrichissement ou la mauvaise qualité de l'air (Fritschen et Hogg, 1983; Luescher *et al.*, 1989; Weerd *et al.*, 2005).

À l'heure actuelle, le plancher latté est toujours présent dans la conception du bâtiment, et ce, même pour les concepts encore au stade de la recherche. Il est donc toujours nécessaire que les fèces soient morcelées pour atteindre le caniveau et il existe toujours un bon contact entre les fèces et l'urine, favorisant ainsi l'émission de gaz et d'odeur.

Dans ce projet de recherche, il est suggéré de remplacer la partie lattée d'un parc par un CAC incliné. Un tel système devrait maximiser l'efficacité de séparation de l'azote et du phosphore en utilisant seulement la gravité. En conservant les fèces intactes, en diminuant la surface de contact entre les parties souillées du plancher et l'air et en évacuant les fèces et l'urine sur une base presque continue, ce concept devrait considérablement réduire les émissions d'odeur et de gaz du bâtiment tout en facilitant la gestion des nutriments contenus dans les déjections.

Le but global de ce projet consiste à développer un système de production porcine réduisant les émissions d'odeur à la source tout en facilitant la manutention du phosphore et de l'azote. Les objectifs spécifiques sont les suivants :

- Développer un concept d'enclos remplaçant la partie lattée par un CAC incliné pour séparer les fèces de l'urine sur le plancher et pour évacuer ces deux composantes de façon continue, tout en assurant le bien-être des porcs;
- Mesurer l'efficacité du CAC à isoler le phosphore et l'azote dans les phases liquide et solide des déjections, respectivement;
- Mesurer et comparer les émissions d'odeur et d'ammoniac de deux salles expérimentales, une équipée d'un système de CAC et l'autre d'un plancher latté conventionnel où le lisier s'accumule à l'intérieur de la salle.

Cette présentation résume la première partie du projet traitant du concept, de l'efficacité de séparation, des performances zootechniques et des résultats sur le comportement animal.

LE MONTAGE EXPÉRIMENTAL

L'enclos muni du convoyeur à courroie

Le concept d'enclos porcine comprenant le CAC remplaçant la partie lattée du parc est illustré à la figure 1. Le CAC est incliné vers le milieu du parc. Sur la figure 1, la zone 1 se situe au début du parc et comprend la mangeoire; la zone 2 constitue la partie centrale du parc; la zone 3 représente la zone de déjection (surface de courroie exposée aux porcs). Les porcs avancent sur la courroie pour uriner et déféquer selon leur besoin. En raison de la pente longitudinale du convoyeur, l'urine s'écoule dans un réservoir installé sous la partie centrale du parc et les fèces demeurent sur la courroie non perforée. Lorsque la courroie est activée, les résidus solides sont transportés par la courroie jusqu'à l'extrémité du parc où ils sont déversés dans un réservoir. L'unité de lavage installée sous la courroie nettoie celle-ci avant son retour au niveau du parc. Après l'activation de la courroie, les excréments ont été séparés de l'urine et la surface du plancher est à nouveau propre.

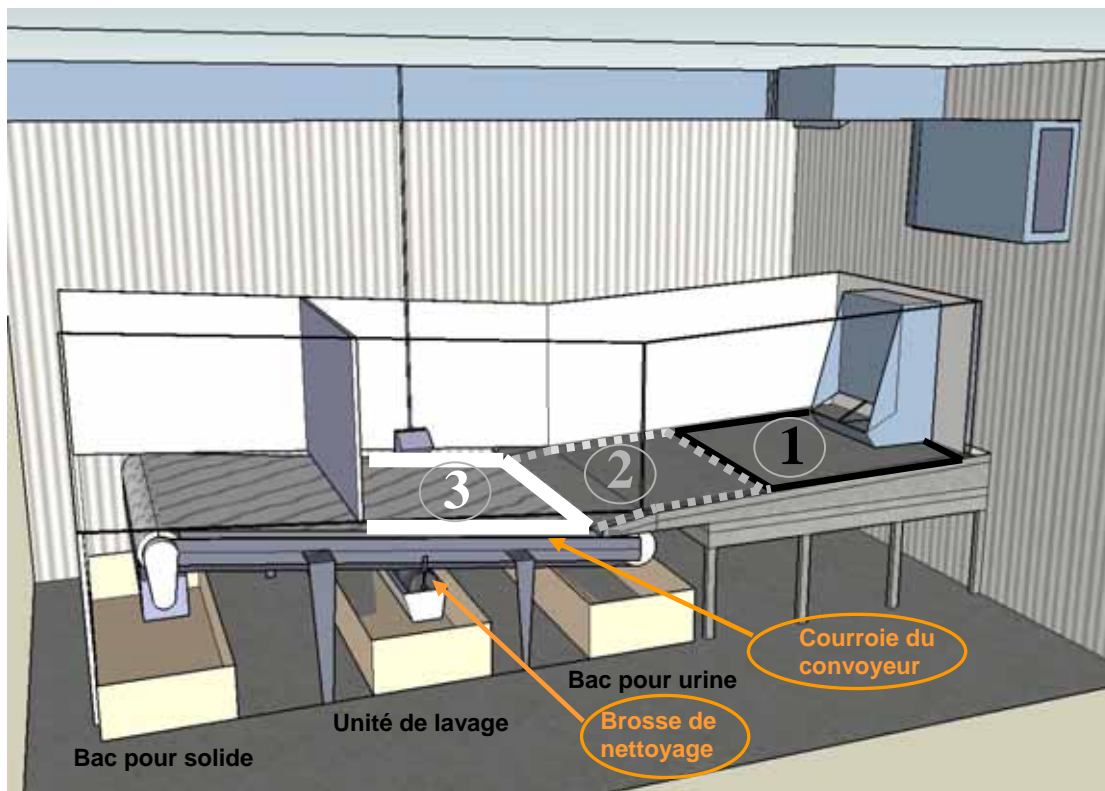


Figure 1. Schéma de la salle avec le convoyeur à courroie

Les salles expérimentales

Deux salles expérimentales ont été mises à profit pour réaliser le projet. Dans chacune des salles (3,66 m de largeur par 5,49 m de longueur), un parc a été construit sur une plateforme surélevée (Figure 2). Chaque parc mesure 1,45 m de largeur par 3,58 m de longueur et peut loger huit porcs de 25 à 50 kg. La moulée était offerte dans une trémie sèche et un bol économiseur d'eau assurait l'approvisionnement en eau des porcs.

Dans la salle témoin, des lattes en béton conventionnelles ont été utilisées pour construire le plancher du parc et un contenant en plastique situé sous les lattes recueillait le lisier. La surface bétonnée du parc représentait 2/3 de la surface.

Le CAC ainsi que l'unité de lavage pour la salle de traitement ont été conçus par un fournisseur d'équipement agricole du Québec (Valmétal, Saint-Germain-de-Grantham). Le profil de la courroie a été soigneusement choisi pour faciliter le drainage de l'urine, tout en offrant une adhérence suffisante pour les porcs. Un réservoir placé sous l'unité de lavage permettait de recueillir toutes éclaboussures provenant du procédé de lavage. Trois réservoirs de plastique étaient donc utilisés pour la salle avec le CAC : un réservoir pour recueillir l'urine, un réservoir pour les fèces et un réservoir pour conserver l'eau de lavage.



Figure 2. Vue de l'intérieur d'une salle illustrant la plate-forme constituant la structure de base du parc

L'enclos muni du CAC avait exactement la même dimension que le parc construit dans la salle témoin (Figure 3). La largeur de la courroie excédait légèrement la dimension du parc pour permettre aux clôtures de l'enclos de cacher son rebord et de la protéger des porcs.



Figure 3. Photo d'un porc utilisant le système de convoyeur à courroie

Deux contrôleurs électroniques régulaient l'opération des moteurs du CAC et de l'unité de lavage et leur activation était contrôlée par un système d'acquisition de données. Pour compléter les essais, le CAC et l'unité de lavage fonctionnaient pendant 3 minutes à toutes les 30 minutes. Pour assurer la sécurité des porcs, la vitesse d'avancement de la courroie était faible (0,83 m/min) et la clôture à l'extrémité du parc a été équipée d'un mécanisme à contrepoids. La conception de cette clôture lui permettait de pivoter dans l'éventualité où un porc serait demeuré coincé lors de l'opération du CAC.

Le système de ventilation

L'air frais entrant dans le bâtiment par un conduit central jusqu'au corridor de préchauffage. Un radiateur à l'eau chaude de 10 kW et une unité de climatisation préconditionnait l'air avant son entrée dans la salle. Ces deux équipements étaient régulés par des contrôleurs en marche/arrêt pour maintenir des consignes de 15 °C pour le chauffage et de 18 °C pour le refroidissement. Par la suite, l'air était distribué uniformément dans les deux salles par un conduit de ventilation. Un ventilateur de 0,3 m de diamètre à vitesse variable (modèle VEN812448, Ziehl Fan Série Z, les industries et Équipements Laliberté Itée, Sainte-Claire, Québec) était installé dans chaque salle pour assurer une ventilation adéquate. Un contrôleur électronique (modèle RM-2V2S r-matic, les Industries et Équipements Laliberté Itée, Sainte-Claire, Québec) maintenait les conditions de température et de débit minimums recherchées.

Sélection des porcs, régie lumineuse et alimentation

Afin d'éliminer les effets liés au sexe et pour favoriser la propreté des parcs, uniquement des femelles avec un poids initial autour de 25 kg ont été choisies pour réaliser les essais. Les lumières étaient allumées à 7 h le matin et éteintes à 19 h le soir pour fournir une période d'éclairage de 12 h. Les porcs étaient alimentés en eau et en moulée à volonté.

MÉTHODES

L'essai préliminaire

Pente optimale du convoyeur

La partie bétonnée du plancher des parcs a été construite avec une pente de 5 % et le CAC a été installé avec une pente de 10 %. Au moment de la conception, ces pentes étaient considérées optimales afin d'offrir une bonne efficacité de séparation du lisier sans pour autant compromettre le confort et le bien-être des animaux.

Des mesures ont été effectuées de façon à obtenir une première évaluation de l'efficacité du système de séparation dans ces conditions. Cette évaluation a été faite en versant une masse d'eau connue à différents endroits sur le CAC et en mesurant la quantité recueillie sous le convoyeur. Le rapport de la masse d'eau recueillie sur celle de l'eau versée constituait un indicateur de l'efficacité de drainage du convoyeur.

Il avait été planifié initialement de mesurer l'efficacité de drainage de l'eau en fonction de la pente du convoyeur. Cependant, vu les résultats positifs obtenus avec une pente de 10 %, seulement cette configuration a été évaluée.

Conditions d'opération du CAC

Considérant certains travaux préalablement réalisés au PSCI avec un CAC (Stewart *et al.*, 2004), le convoyeur devait être actionné une fois l'heure. Cependant, quelques mesures supplémentaires ont été prises afin de valider la fréquence d'opération du système. La masse de solide provenant de la séparation des déjections a été mesurée pendant trois jours consécutifs où le convoyeur a fonctionné toutes les 15, 30 et 60 min. Ces données ont ensuite été comparées afin de déterminer la fréquence optimale d'opération du CAC. De plus, une évaluation qualitative de la propreté des parcs et de la vitesse linéaire de la courroie a été effectuée.

Les essais expérimentaux

Protocole expérimental

L'efficacité du CAC à isoler les différents éléments dans les fèces ou dans l'urine a été évaluée en comparant la composition des phases liquide et solide des déjections provenant du parc avec le CAC avec celle du lisier provenant du parc témoin. L'expérimentation s'est déroulée durant quatre élevages de quatre semaines chacun. Chaque salle représentait une unité expérimentale (une salle avec les lattes, une salle avec le CAC). Le protocole expérimental comprenait donc deux traitements, répétés quatre fois.

Performances animales

Le poids des porcs a été mesuré au début et à la fin de chacun des essais. La quantité de moulée fournie a également été mesurée tout au long de l'expérimentation. Par conséquent, le gain moyen quotidien des porcs, la prise alimentaire quotidienne ainsi que la conversion alimentaire ont pu être calculés.

Comportement animal

Le comportement des porcs a été enregistré sur vidéo au cours de chacun des élevages. Deux caméras (Panasonic WV-BP100) ont été placées au-dessus de chaque parc expérimental et des magnétoscopes (Panasonic AG-6124) ont permis d'enregistrer les bandes vidéo. Les séances d'enregistrement ont eu lieu deux fois par semaine et en continue durant 24 heures à chaque fois. Douze périodes de 30 minutes (toutes les deux heures) ont ensuite été visionnées afin de déterminer les impacts du traitement sur la posture des animaux (position couchée, assise ou debout) et leur position dans le parc à intervalles de 2 minutes. Aussi, le visionnage a permis de déterminer la fréquence des visites des animaux à l'abreuvoir et à la mangeoire et celle des comportements agressifs et anormaux (batailles, morsures et mordillages d'oreilles ou de queues).

Collecte des données

La masse totale de chacune des phases a été pesée sur une base hebdomadaire (phases solide et liquide pour le CAC et lisier pour le parc témoin). Un aspirateur d'atelier a été utilisé pour aspirer le lisier, l'urine et l'eau de lavage préalablement récoltés dans les réservoirs de plastique. Une balance de plancher (EA/EB 60EDE-1, Sartorius, Allemagne) a été utilisée pour mesurer la masse totale de chacune des phases.

Deux échantillons du lisier provenant du parc témoin, deux échantillons de l'urine provenant du CAC et un échantillon des fèces provenant du CAC ont été récoltés et analysés chaque semaine. L'eau de lavage a été échantillonnée en duplicata à la fin de chacun des essais. Le tableau 1 présente les analyses effectuées sur les différentes phases.

Tableau 1. Analyses de laboratoire réalisées sur les différentes phases des déjections

Phase	Paramètres
Lisier (lattes)	pH, azote total, azote ammoniacal, phosphore minéral, matière sèche, cendres, rapport C/N, densité, éléments totaux (P, K, Ca, Mg, Al, B, Cu, Fe, Mn, Zn, Na)
Liquide (CAC)	pH, azote total, azote ammoniacal, phosphore minéral, matière sèche, cendres, densité, éléments totaux (P, K, Ca, Mg, Al, B, Cu, Fe, Mn, Zn, Na)
Solide (CAC)	pH, azote total, azote ammoniacal, phosphore minéral, matière sèche, cendres, rapport C/N, densité, éléments totaux (P, K, Ca, Mg, Al, B, Cu, Fe, Mn, Zn, Na)
Eau de lavage (CAC)	pH, azote total, azote ammoniacal, matière sèche, cendres, densité, éléments totaux (P, K, Ca, Mg, Al, B, Cu, Fe, Mn, Zn, Na)

De façon à mesurer l'utilisation d'eau dans chacun des parcs, des compteurs d'eau ont été installés sur la conduite d'eau de chaque salle. Un compteur semblable a été utilisé pour mesurer l'utilisation d'eau de l'unité de lavage.

La température et l'humidité relative à l'intérieur de chaque salle ont été mesurées à l'aide de sondes électroniques (modèle CS500, Campbell Scientific, Edmonton, Canada). Les sondes utilisées ont été calibrées avec un thermomètre au mercure ($\pm 0,4$ °C) pour la mesure de la température et en utilisant des solutions de sel aqueuses saturées pour l'humidité relative. Les mesures de température et d'humidité relative ont été enregistrées toutes les dix minutes par un système d'acquisition de données (modèle CR-21X, Campbell Scientific, Edmonton, Canada).

Efficacité de séparation

Pour chacun des éléments qui composent les différentes phases des déjections (urine, solide ou eau de lavage), l'efficacité de séparation du CAC a été calculée à partir de l'équation 1. Par exemple, pour calculer l'efficacité de séparation d'un élément *i* contenu dans les fèces :

$$ES_i = \left(\frac{M_f \times C_{if}}{M_f \times C_{if} + M_u \times C_{iu} + M_L \times C_{iL}} \right) \times 100 \quad (1)$$

Où :

- ES_{*i*} : Efficacité de séparation de l'élément *i* (%);
- M_{*f*} : Masse des fèces (kg);
- C_{*if*} : Concentration de l'élément *i* dans les fèces (g/kg);
- M_{*u*} : Masse de l'urine (kg);
- C_{*iu*} : Concentration de l'élément *i* dans l'urine (g/kg);
- M_{*L*} : Masse de la solution de lavage (kg);
- C_{*iL*} : Concentration de l'élément *i* dans la solution de lavage (g/kg).

Analyse des données

Une analyse de la variance avec mesures répétées a été effectuée sur les données relatives au comportement animal en utilisant le procédé GLM (*General Linear Model*) de SAS (SAS Institute Inc., 1998). Des analyses statistiques n'ont pas encore été complétées sur les autres données du projet.

RÉSULTATS ET DISCUSSION

Pente et conditions d'opération du convoyeur à courroie

Lorsqu'une masse d'eau de 300 ou 600 g était versée sur la courroie humide, entre 91 à 97 % de l'eau était immédiatement recueillie dans le récipient. Considérant qu'une pente de 10 % est déjà assez forte pour les porcs, et malgré le fait qu'une faible quantité d'eau demeurait sur la courroie, cette pente de 10 % du CAC a été conservée pour toute l'expérimentation.

La masse des fèces isolées par le CAC a été comparée pendant trois jours consécutifs où la courroie était actionnée à toutes les 15, 30 et 60 min, respectivement. La plus grande quantité de solide (4,67 kg/jour) a été recueillie lorsque le convoyeur fonctionnait à toutes les 30 min. Sur une base plus qualitative, il était clair qu'une fréquence d'opération de 1 h était trop longue. Les porcs disposaient de trop de temps pour piétiner les fèces, ce qui diminuait l'efficacité de séparation du système. À l'opposé, le fait d'actionner le convoyeur à

toutes les 15 min semblait augmenter la circulation dans l'enclos. Cette agitation engendrait un écrasement des fèces en plus de détériorer la propreté générale du parc (Stewart *et al.*, 2004). Par conséquent, pour tous les essais, le système de CAC a été actionné pendant 3 min à toutes les 30 min, à une vitesse linéaire de 0,83 m/min.

Quelques ajustements de tension ont été nécessaires au début de l'essai préliminaire pour stabiliser la position de la courroie sur les cylindres d'entraînement. Cependant, une fois que ces réglages furent effectués, aucun autre ajustement n'a été requis.

Optimisation de l'unité de lavage

Pendant l'essai préliminaire, l'unité de lavage a utilisé une quantité excessive d'eau. Différentes composantes ont été ajoutées à l'unité de lavage pour réduire au minimum le transfert d'eau entre le réservoir d'eau de lavage et le réservoir d'urine (ex. : un garde contre les éclaboussures, un balai d'essuyage et l'abaissement du niveau de l'eau de lavage dans l'unité).

Performances animales

Le tableau 2 résume les performances des porcs pour tous les essais. En moyenne, les porcs ont eu d'excellents résultats de croissance et de conversion alimentaire. La prise alimentaire quotidienne est passée de 1,60 à 2,13 kg_{moulée}/jour/porc dans la salle avec les lattes et de 1,57 à 2,18 kg_{moulée}/jour/porc dans la salle avec le CAC. Considérant les deux salles et les cinq essais (incluant l'essai préliminaire), le gain moyen quotidien a varié de 0,81 à 1,00 kg_{porc}/jour et était équivalent pour les deux systèmes. La conversion alimentaire est aussi demeurée très semblable pour la majorité des élevages, sauf pour l'essai 1 où celle-ci était 11 % inférieure avec le CAC. D'une façon générale, le CAC n'a pas eu d'impact négatif sur la performance des porcs.

Tableau 2. Résumé des performances zootechniques des porcs

Essai	PAQ ¹		GMQ ¹		CA ¹	
	(kg _{moulée} /jour/porc)		(kg _{porc} /jour)		(kg _{moulée} /kg _{porc})	
	Lattes	CAC	Lattes	CAC	Lattes	CAC
Préliminaire	2,13	2,18	0,98	1,00	2,17	2,18
1	1,79	1,57	0,91	0,90	1,98	1,76
2	1,72	1,69	0,84	0,85	2,04	1,98
3	1,85	1,77	0,94	0,88	1,98	2,00
4	1,60	1,71	0,81	0,85	1,98	2,02

¹PAQ : prise alimentaire quotidienne; GMQ : gain moyen quotidien; CA : conversion alimentaire.

Comportement animal

Les porcs logés dans l'enclos équipé du CAC se trouvaient plus souvent dans l'aire de repos du parc (zone 2, voir figure 1) que les porcs logés dans l'enclos témoin. En général, ces porcs avaient aussi tendance à moins utiliser l'aire de déjection (zone 3) pour se coucher que les porcs de l'enclos muni de lattes (Tableau 3). Cette observation suggère que le CAC favorise la propreté du parc. En effet, lorsque certains animaux utilisent l'aire de déjection pour se coucher, le manque d'espace sur les lattes engendré par ce comportement encourage les autres porcs à uriner et déféquer dans la partie avant et centrale du parc (ex. : zones 1 et 2 à la figure 1; Aarnink *et al.*, 1996). La proportion des porcs qui ont utilisé l'aire de déjection pour se coucher a augmenté au cours des semaines dans les deux enclos. Cependant, cet effet de temps n'a pas été significatif. Le choix de la zone de repos et de l'aire de déjection est fortement influencé par le climat de la salle (Fraser, 1985), mais la température ambiante des salles était relativement constante au cours de l'expérience.

Tableau 3. Posture des porcs en relation avec le traitement, la zone dans l'enclos et le temps

Zone ¹	Semaine	Pourcentage des porcs adoptant une posture spécifique (%) ²					
		Assise		Couchée ³		Debout	
		Lattes	CAC	Lattes	CAC	Lattes	CAC
1	1	0,41	0,59	34,49	39,26	8,19	5,27
1	2	0,97	0,77	33,61	33,59	8,27	6,62
1	3	1,14	1,17	28,68	33,07	8,06	6,15
1	4	0,64	1,79	22,20	33,27	5,71	5,86
2	1	0,59	0,63	31,48	47,07	3,00	2,39
2	2	1,94	0,67	26,59	46,68	3,88	3,57
2	3	0,90	1,11	27,20	46,71	3,86	3,96
2	4	0,52	1,07	28,18	45,29	3,12	3,03
3	1	0,37	0,00	17,56	0,74	3,93	4,06
3	2	1,01	0,38	18,03	3,83	5,70	3,91
3	3	0,54	0,17	25,28	3,92	4,37	3,76
3	4	1,64	0,40	34,39	5,96	3,60	3,34

¹ La zone 1 se situe au début du parc et comprend la mangeoire; la zone 2 constitue la partie centrale du parc; la zone 3 représente la zone de déjection (voir figure 1).

² Pourcentage des animaux observés dans chaque posture et pour chaque zone du parc.

³ Effet significatif du traitement dans la zone 2 (P=0,04); tendance observée dans la zone 3 (P=0,08).

Le type d'enclos n'a pas affecté la fréquence des activités d'alimentation et d'abreuvement (Tableau 4), ce qui supporte les données de performances présentées au tableau 2.

Cependant, une interaction significative entre le traitement et le temps a été observée au niveau de la fréquence de l'alimentation. Au début de l'expérience, les porcs de l'enclos avec le CAC ont visité la trémie moins souvent que les porcs logés dans l'enclos témoin, tandis que l'inverse était observé à la fin des essais. Pour le moment, il est difficile d'expliquer ces différences au niveau de la fréquence d'alimentation et l'éclaircissement de ce point nécessitera des analyses supplémentaires.

Le comportement alimentaire a déjà été étudié en lien avec plusieurs facteurs, tels que la taille du groupe (Gonyou *et al.*, 1992), le statut social (Gonyou et Lou, 2000) et la génétique (de Haer et de Vries, 1993), mais pas encore en fonction de la conception de l'enclos.

Dans cette étude, il n'y a pas eu d'effet de traitement sur les comportements indésirables des porcs. Bien qu'aucune mesure physiologique n'ait été prise, les résultats indiquent que le nouveau système de CAC ne constitue pas une source de stress ou d'inconfort pour les animaux.

Tableau 4. Comportement des porcs en fonction du traitement et du temps

Semaine	Unité	Activités des porcs dans chaque salle ¹					
		Alimentation ²		Abreuvement		Comportement anormal ou agressif ³	
		Lattes	CAC	Lattes	CAC	Lattes	CAC
1	Nombre total (Événements/salle)	116,25	66,25	62,25	42,00	21,00	18,50
	Moyenne par porc (Événements/porc)	15	8	8	5	3	2
2	Nombre total (Événements/salle)	96,75	80,75	57,00	57,00	10,25	19,50
	Moyenne par porc (Événements/porc)	12	10	7	7	1	2
3	Nombre total (Événements/salle)	97,00	82,50	50,25	44,25	10,75	9,00
	Moyenne par porc (Événements/porc)	12	10	6	6	1	1
4	Nombre total (Événements/salle)	62,50	89,75	37,50	44,00	11,00	12,25
	Moyenne par porc (Événements/porc)	8	11	5	6	1	2

¹ Mesures calculées en visionnant une session d'enregistrement de 24 h par semaine où 12 périodes de 30 min ont été analysées.

² Interaction significative de la semaine et du traitement (P=0,04).

³ Inclut les batailles, les morsures et les mordillements de queues et d'oreilles.

Production totale de déjections

La masse totale des déjections produites dans les deux salles est présentée au tableau 5. La masse de lisier produite dans la salle témoin avec les lattes était très semblable d'un essai à l'autre. En moyenne, cette production de lisier correspond à une valeur de 2,42 L/porc/jour, ce qui est typique pour des porcs de cette taille (entre 29,7 et 56,4 kg).

Tableau 5. Masse totale des déjections pour les deux systèmes de gestion des déjections (lattes et CAC) pour les essais de quatre semaines

Essai	Masse totale des déjections pour chaque phase (kg)							
	Lattes			CAC				
	Lisier	Gaspillage ¹	Urine	Fèces	Eau de lavage	Total	Gaspillage ¹	Transfert par la courroie ²
Prélim. ³	350,9	---	1047,3	58,7	283,9	1389,9	---	---
1	523,4	0	769,1	115,1	137,1	1021,3	225	136
2	602,4	33	893,8	121,3	226,5	1241,6	366	80
3	642,4	0	562,8	129,0	203,4	895,2	0	49
4	629,9	64	638,9	134,7	257,3	1030,9	173	34

¹ Le gaspillage d'eau a été calculé en soustrayant une consommation d'eau théorique équivalente à 2,5 fois la prise alimentaire quotidienne de la lecture des compteurs d'eau.

² Masse d'eau transportée du réservoir d'eau de lavage au réservoir d'urine par la courroie du convoyeur.

³ Les mesures de l'essai préliminaire ont été recueillies sur une période de deux semaines seulement.

Pour les essais 1 et 2, le système de CAC a produit approximativement deux fois plus de déjections totales que le système de plancher latté conventionnel. À elle seule, l'urine excédait de loin tout le lisier produit dans la salle témoin. Aucune raison ne justifie une telle augmentation de la production de lisier par le système de gestion des déjections. De plus, comme il est indiqué au tableau 4, l'abreuvement des porcs était semblable pour les deux systèmes et ne peut expliquer l'augmentation de la production d'urine pour le système de CAC.

Une analyse théorique a été complétée pour expliquer la grande quantité de liquide produite avec le système de CAC (incluant l'urine, le gaspillage en eau à l'abreuvoir et le transfert de l'eau de lavage de l'unité au réservoir d'urine). En soustrayant la consommation théorique d'eau journalière des porcs (consommation d'eau estimée à 2,5 fois la prise alimentaire quotidienne) de la lecture des compteurs d'eau, on conclut que le gaspillage en eau à l'abreuvoir dans la salle avec les lattes aurait été de 0 et 33 kg pour les essais 1 et 2, respectivement. Les valeurs correspondantes pour la salle du CAC auraient été de 225 et 366 kg. Par conséquent, il y avait un gaspillage important d'eau à l'abreuvoir dans la salle du CAC.

Une inspection minutieuse de la conduite d'eau a révélé une fuite très fine mais continue à l'arrière de l'abreuvoir. À la suite de cette analyse, cette fuite a été considérée comme étant la cause principale de la grande quantité de liquide mesurée dans le réservoir d'urine de la salle avec le CAC et ce problème fut corrigé avant l'essai 3.

Pour le troisième essai, la masse d'urine dans la salle du convoyeur a représenté 87,6 % du lisier total de la salle témoin (562,8 kg comparé à 642,4 kg). Théoriquement, il n'y a pas eu de gaspillage d'eau à l'abreuvoir dans les deux chambres. Le gaspillage d'eau est encore réapparu au dernier élevage et une analyse plus poussée sera nécessaire pour expliquer ces résultats.

En moyenne, la masse des fèces isolées avec le CAC correspond à 20,9 % de la masse totale du lisier produit dans la salle témoin. Si un producteur de porc devait exporter du lisier sur une grande distance pour respecter les besoins en fertilisation de ses terres, cette phase solide riche en éléments nutritifs serait moins dispendieuse à transporter sur une longue distance, car sa masse est beaucoup plus faible que le lisier brut.

Il est clair que l'eau de lavage utilisée par ce premier prototype de CAC nécessiterait une augmentation des capacités d'entreposage, ce qui est indésirable dans le contexte actuel. Pour que le principe de séparation soit viable à une échelle commerciale, la conception du système devra permettre son fonctionnement sans un apport important en eau.

Efficacité de séparation

Le système de CAC a été très efficace à isoler la majeure partie du phosphore dans une faible quantité de solide (Tableau 6). Pour les essais 1 à 4, entre 76 et 81 % du phosphore excrété par les porcs a été isolé dans la phase solide des déjections. Le système de CAC s'est donc comporté de façon similaire à d'autres systèmes de séparation étudiés précédemment (Marchal, 2002; Belzile *et al.*, 2005).

La teneur en phosphore de l'urine soutient également les observations faites par von Bernuth (2001) où 6 % de phosphore serait retrouvé dans l'urine. Bien que le réservoir d'urine ait été légèrement contaminé par l'écoulement de la courroie, la quantité de phosphore retrouvée dans l'urine est demeurée entre 4,1 et 9,7 % (Tableau 6). L'eau de lavage a retenu de 12 à 20 % du phosphore. Le phosphore contenu dans l'eau de lavage provenait des résidus laissés sur la courroie après l'action de déversement.

Tableau 6. Efficacité de séparation du système de CAC pour différents éléments

Essai	Phases	Efficacité de séparation (%)							
		Éléments							
		P	N	N-NH ₄	K	Cu	Fe	Mn	Zn
Préliminaire	Fèces	66,8	26,4	6,7	20,5	69,7	64,0	70,9	68,2
	Urine	15,1	61,1	86,6	69,8	10,7	13,9	9,0	12,1
	Eau de lavage	18,0	12,5	6,7	9,8	19,6	22,0	20,1	19,6
1	Fèces	75,7	44,9	14,1	31,7	76,5	66,2	77,1	67,9
	Urine	4,1	39,4	74,7	52,8	3,6	8,2	2,7	3,6
	Eau de lavage	20,3	15,7	11,2	15,6	19,9	25,6	20,2	28,6
2	Fèces	80,7	41,3	10,9	25,6	80,8	64,5	81,0	73,8
	Urine	4,0	45,9	78,6	58,8	3,6	10,6	2,7	3,9
	Eau de lavage	15,3	12,8	10,4	15,6	15,7	24,9	16,3	22,4
3	Fèces	81,4	41,3	10,2	27,4	83,4	77,4	84,3	76,7
	Urine	4,5	46,5	78,8	56,0	2,3	5,3	1,7	2,7
	Eau de lavage	14,1	12,1	11,0	16,6	14,3	17,3	14,1	20,7
4	Fèces	78,1	40,3	9,4	27,2	85,6	73,9	85,8	83,9
	Urine	9,7	47,9	78,6	57,1	2,1	8,8	1,7	2,9
	Eau de lavage	12,3	11,8	12,0	15,7	12,3	17,3	12,5	13,1

Les résultats des essais 1 à 4 indiquent que les fèces et l'urine avaient une teneur en azote totale très semblable (de 40 à 45 % pour les fèces et de 39 à 48 % pour l'urine). Une plus grande proportion (de 75 à 79 %) de l'azote ammoniacal se retrouve dans l'urine comparée à la concentration mesurée dans les fèces (9 à 14 %). Puisque l'azote ammoniacal origine en grande partie de la dégradation de l'urée retrouvée dans l'urine, il était prévisible d'obtenir de tels résultats. L'urine s'est aussi retrouvée avec une plus grande concentration en potassium.

Les métaux tels que le cuivre, le fer, le manganèse et le zinc ont suivi la même tendance que le phosphore. Pour les quatre essais, entre 64 et 86 % de ces éléments ont été mesurés dans les fèces.

De façon générale, la teneur en nutriments de l'eau de lavage était assez faible. Cette eau était souillée, mais diverses stratégies devront être considérées pour réutiliser ou réduire la quantité d'eau de lavage requise par le système de CAC.

En ce qui a trait à la gestion du phosphore, le concept de CAC constitue une option très intéressante. Celui-ci permet d'isoler approximativement 80 % du phosphore dans une phase solide représentant seulement 20 % de la masse d'un lisier brut qui serait produit sous un plancher latté.

Essais en cours au Prairie Swine Centre (PSCI)

L'impact du système de CAC sur les émissions d'ammoniac et d'odeur est présentement à l'étude au PSCI, à Saskatoon, en Saskatchewan. Quatre élevages de quatre semaines chacun seront complétés d'ici quelques mois en utilisant un montage expérimental développé précédemment (Stewart *et al.*, 2004). Une salle sera conservée comme témoin et l'autre sera équipée d'un système semblable à celui utilisé à l'IRDA au Québec. Les émissions d'ammoniac et d'odeur des deux salles seront comparées au cours de chaque élevage. Les propriétés physiques de la phase solide seront également mesurées. La prochaine étape de l'étude consiste à soutenir ou à rejeter l'hypothèse que le système peut efficacement contrôler les émissions d'ammoniac et d'odeur.

RÉSUMÉ

Un nouveau concept d'enclos pour les porcs en croissance-finition permettant de séparer les fèces de l'urine au niveau du parquet a été développé avec succès à l'IRDA. Les objectifs spécifiques de cette première partie du projet consistaient à mesurer l'efficacité de séparation de l'enclos muni d'un CAC et d'évaluer son effet sur le comportement des porcs.

Le concept de l'enclos intègre un convoyeur à courroie incliné qui remplace la partie latté du parc. Les porcs marchent sur la courroie pour faire leurs besoins, l'urine s'écoule par gravité à une extrémité de la courroie tandis que l'activation du convoyeur évacue les excréments du parc et les sépare dans un réservoir différent. Deux salles ont été construites à l'IRDA afin de compléter la première partie de l'expérience. La salle témoin comprend un parc partiellement latté avec une configuration conventionnelle et la deuxième salle est munie d'un système de CAC.

Quatre élevages de quatre semaines chacun ont été réalisés, fournissant ainsi quatre répétitions pour chaque système de gestion des déjections. D'excellentes performances zootechniques ont été enregistrées et aucun effet néfaste du CAC n'a été noté sur le comportement ou le bien-être des porcs. Dans la salle avec le CAC, les porcs avaient tendance à moins se coucher dans l'aire de déjection, ce qui suggère que le système de CAC favorise la propreté du parc.

Le système de CAC a aussi été très efficace pour isoler une bonne partie du phosphore dans les fèces. Avec le CAC, de 76 à 81 % du phosphore excrété par les porcs a été isolé dans la phase solide des déjections. Cela signifie que le système de CAC pourrait isoler approximativement 80 % du phosphore dans une phase solide représentant 20 % de toute la masse du lisier brut. L'eau de lavage employée pour nettoyer la courroie augmente l'eau utilisée et exige d'autres investigations afin d'en diminuer la quantité utilisée.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec, l'Association canadienne du ciment, la Fédération des producteurs de porcs du Québec et l'Institut de recherche et de développement en agroenvironnement pour leurs contributions financières à ce projet de recherche. Des remerciements sont également adressés au Centre de développement du porc du Québec, aux Industries et Équipements Laliberté Itée, à l'Université Laval, au PSCI et à l'Université de la Saskatchewan pour leurs contributions en nature à cette étude. Les auteurs sont également reconnaissants de l'appui technique reçu par le personnel de recherche de l'IRDA (Michel Côté, Jacques Labonté, Christian Gauthier, Harold DuSablon et Marc Hébert).

RÉFÉRENCES

- Aarnink, A.J.A., A.J. van den Berg, A. Keen, P. Hoeksma et M.W.A. Verstegen. 1996. *Effect of slatted floor area on ammonia emission and on the excretory and lying behaviour of growing pigs*. J. Agric. Engng. Res. 64: 299-310.
- Aarnink, A.J.A. et A. Elzing. 1998. *Dynamic model for ammonia volatilization in housing with partially slatted floors, for fattening pigs*. Livestock Production Science 53(2): 153-169.
- Belzile, M., S. Godbout, A. Marquis, S.P. Lemay, I. Lachance et F. Pouliot. 2005. *In-barn liquid/solid separation systems for swine manure: mass balance and separation efficacy*. Poster presentation at the ASABE Annual International Meeting, July 17th to 20th, Tampa, Florida, USA.
- de Haer L.C.M. et A.G. de Vries 1993. *Effects of genotype and sex on the feed intake pattern of group housed growing pigs*. Livest. Prod. Sci. 36: 223-32.
- Fraser, D. 1985. *Selection of bedded and unbedded areas by pigs in relation to environmental temperature and behaviour*. Appl. Anim. Behav. Sci. 14: 117-126.
- Fritschen, R.D. et A. Hogg. 1983. *Preventing tail biting in swine*. NebGuide G 75-246, Institute of Agriculture and Natural Resources, Lincoln, NE.
- Gilbertson, C.B., D.D. Schulte et C.J. Clanton. 1987. *Dewatering screen for hydraulic setting of solids in swine manure*. Transactions of the ASAE 30(1): 202-206.
- Gonyou H.W., R.P. Chapple et G.R. Frank. 1992. *Productivity, time budgets and social aspects of eating in pigs penned in groups of five or individually*. Appl. Anim. Behav. Sci. 34: 291-301.
- Gonyou H.W. et Z. Lou. 2000. *Effects of eating space and availability of water in feeders on productivity and eating behavior of grower-finisher pigs*. J. Anim. Sci. 78: 865-70.
- Jongebreur, A.A. 1981. *Housing system and their influence on the environment*. Environmental aspects of housing for animal production, Butterworths, London, UK: 423-436.

- Kroodsma, W. 1980. *Separation of pig feces from urine using synthetic netting under a slatted floor*. Livestock Waste: A Renewable Resource. ASAE: 419-421.
- Kroodsma, W. 1986. *Separation and removal of Faeces and Urine using Filter Nets under Slatted Floors in Piggeries*. Journal of Agricultural Engineering Research, 34: 75-84.
- Luescher, U.A., R.M. Friendship, K.D. Lissemore et D.B. McKeown. 1989. *Clinical ethology in food animal practice*. Appl. Anim. Behav. Sci. 22: 191-214.
- Marchal, P. 2002. *Le système de séparation liquide-solide sous la queue : un choix technologique raisonné*. CRAAQ 2002, 3^e Colloque sur les bâtiments porcins – Le bâtiment en évolution! Mercredi 20 mars, pp. 22-37.
- Ogink, N.W.M., H.C. Willers, A.J.A. Aarnink et I.H.G. Satter. 2000. *Development of a new pig production system with integrated solutions for emission control, manure treatment and animal welfare demands*. Proceedings of the 1st International Conference on Swine Housing, 253-259. ASAE Publication 701P0001. Des Moines, Iowa, USA.
- O'Neill, D.H. et V.R. Phillips. 1991. *A Review of the Control of Odour Nuisance from Livestock Buildings: Part 1, Influence of the Techniques for Managing Waste Within the Building*. Journal of Agricultural Engineering Research 50: 1-10.
- SAS. 1998. *SAS/STAT® User's Guide: Statistics (Version 7.0)*. SAS Institute Inc., Cary, NC.
- Spoolder, H.A.M., S.A. Edwards et S. Corning. 2000. *Aggression among finishing pigs following mixing in kennelled and unkenelled accommodation*. Livest. Prod. Sci. 63, 121-129.
- Stewart, K.J., S.P. Lemay, E.M. Barber, C. Laguë et T. Crowe. 2004. *Experimental Manure Handling Systems for Reducing Airborne Contamination of Fecal Origin*. ASAE Paper No. 044132. St. Joseph, Michigan: ASAE.
- Van Kempen, T. 2003. *Re-Cycle: A profitable swine production system with zero waste*. Dans : The Banff Pork Seminar proceeding: Advances in Pork Production, Vol. 14, 195-204. Department of Agricultural, Food and Nutritional Science, University of Alberta, Edmonton, AB, Canada.
- Voermans, J.A.M. et F. van Poppel. 1993. *Scraper systems in pig houses*. Dans : Livestock Environment IV, Proceedings of the 4th International Livestock Environment Symposium, 650-656. ASAE Publication 3-93. St-Joseph, MI: ASAE.
- Von Bernuth, R.D. 2001. *Separate Ways/keeping manure solids and liquids apart benefits transport*. Resource, Engineering and technology for a sustainable world, September 2001, p. 9-10.
- Weerd, H.A. van de, C.M. Docking, J.E.L. Day et S.E. Edwards. 2005. *The development of harmful social behaviour in pigs with intact tails and different enrichment backgrounds in two housing systems*. Anim. Sci. 80: 289-298.